

## Piston-pin bearing for internal combustion engines

**Publication number:** DE10222463

**Publication date:** 2003-12-04

**Inventor:** WEINKAUF DIETER (DE); ZUGSCHWERT GUENTER (DE)

**Applicant:** MAHLE GMBH (DE)

**Classification:**

- international: **F02F3/00; F16J1/16; F02F3/00; F16J1/10; (IPC1-7):**  
F02F3/00

- european: F16J1/16

**Application number:** DE20021022463 20020522

**Priority number(s):** DE20021022463 20020522

**Also published as:**



WO03098078 (A1)

EP1509712 (A1)

US2005150374 (A1)

EP1509712 (A0)

CN1656331 (A)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10222463

Abstract of corresponding document: **US2005150374**

The invention relates to a piston-pin bearing for an internal combustion engine wherein a cylindrical piston pin ( 8 ) is mounted. The inventive piston-pin bearing is provided with an improved form of hub bore in comparison with prior art, significantly reducing mechanical stress in said piston and therefore resulting in a longer service life for said piston. Said form also avoids the formation of noise in the piston-pin bearing. According to the invention, this is achieved by providing the lateral surface ( 5 ) of the hub bore ( 2 ) with a highly oval shape along the entire axis of the hub in the equatorial-zenith-equatorial area of said hub, corresponding to the parameter representation of an oval  $x=b/2\cos \theta$ ;  $y=a/2\sin \theta$  for  $0\leq \theta \leq 180^\circ$ , and by providing it with a circular cylindrical shape in the equatorial-nadir-equatorial region of the hub, whereby a: large oval diameter; b=D: small oval diameter; D: diameter of the cylindrical hub;  $\theta$ : the angle forming any particular unlimited line counter to the z axis.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 102 22 463 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 F 3/00**

②1 Aktenzeichen: 102 22 463.3  
②2 Anmeldetag: 22. 5. 2002  
④3 Offenlegungstag: 4. 12. 2003

DE 102 22 463 A 1

⑦1 Anmelder:  
Mahle GmbH, 70376 Stuttgart, DE

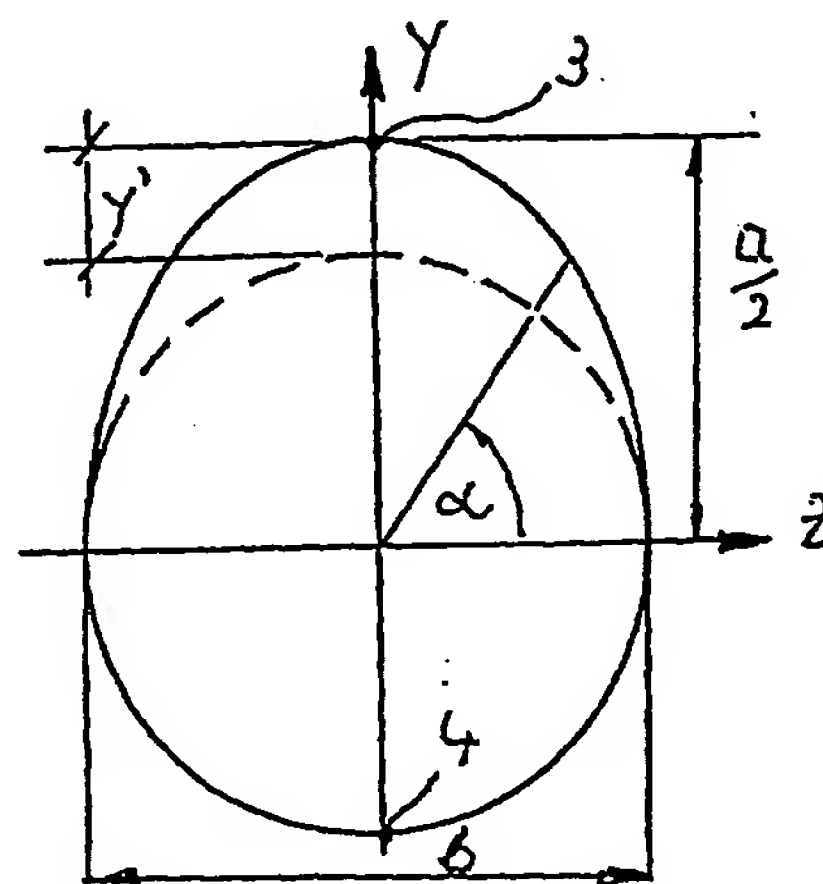
⑦2 Erfinder:  
Weinkauf, Dieter, 70197 Stuttgart, DE; Zugschwert,  
Günter, 71732 Tamm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Kolbenbolzenlager für Verbrennungsmotoren

⑤7 Bei einem Kolbenbolzenlager für einen Verbrennungsmotor, in dem ein zylindrischer Kolbenbolzen (8) gelagert ist, soll eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Nabenbohrungsform angegeben werden, um eine deutliche Reduzierung mechanischer Spannungen im Kolben und damit auch eine Verlängerung der Kolbenlebensdauer zu erreichen. Außerdem soll durch die Formgebung eine Geräuschbildung im Kolbenbolzenlager vermieden werden. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass die Mantelfläche (5) der Nabenbohrung (2) entlang ihrer gesamten Nabenachse im Bereich Nabenäquator - Nabenzenit - Nabenäquator hochoval geformt ist und der Parameterdarstellung des Ovals  
 $x = b/2 \cdot \cos \alpha$   
 $y = a/2 \cdot \sin \alpha$  für  $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$  folgt  
und im Bereich Nabenäquator - Nabennadir - Nabenäquator kreiszylinderförmig ausgebildet ist, mit  
a: großer Ovaldurchmesser;  
b = D: kleiner Ovaldurchmesser;  
D: Durchmesser des zylindrischen Nabenteils;  
 $\alpha$ : Winkel, den ein beliebiger Strahl gegen die z-Achse bildet.



DE 102 22 463 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kolbenbolzenlager für einen Verbrennungsmotor mit Nabenbohrungen, in denen ein Kolbenbolzen gelagert ist.

[0002] Nabenbohrungen von Kolben für Verbrennungsmotoren belastungs- und verformungsgerecht zu gestalten, sind beispielsweise aus der DE 21 52 462 B2, DE 41 41 279 A1 und DE 30 36 062 C2 bekannt. Die dort genannten Formgebungen der Nabe resultieren aus der allgemeinen Erkenntnis, dass die auf den Kolbenboden einwirkenden Gaskräfte über die Bolzennaben auf den Kolbenbolzen übertragen werden, wodurch der Kolbenbolzen infolge seiner Drehbewegung im Pleuel periodisch durchgebogen wird. Nach der gängigen Annahme werden dadurch die Nabenbohrungen sowohl in der waagerechten als auch in der senkrechten Ebene, insbesondere aber im Zenit und Nadir der Nabenbohrung, auf Zug, Druck und Biegung beansprucht. Um dieser Deformation gerecht zu werden, schlägt die DE 21 52 462 B2 eine Nabenform vor, bei der die Mantellinie der Nabenbohrung gebogen, die Achse der Nabenbohrung zur Kolbenmitte hin einen leicht gekrümmten Verlauf aufweist und der Querschnitt der Bohrung oval geformt ist, wobei die kleine Halbachse des Ovals parallel zur Längsachse des Kolbens verläuft.

[0003] In der DE 30 36 062 C2 wird vorgeschlagen, dass die Nabenbohrungen im Querschnitt oval gestaltet sind und die große Halbachse des Ovals parallel zur Längsachse des Kolbens verläuft. Zusätzlich weist die von der Längsachse des Kolbens entfernte Seite der Nabenbohrungen eine größere und die der Längsachse des Kolbens benachbarte Seite eine kleinere Ovalität auf, wobei in einer weiteren Ausführung die Mantellinie im Scheitel der Bohrung geneigt ausgeführt ist.

[0004] Alle die vorgenannten Formgebungen verhindern jedoch in der Praxis nicht, dass mit steigender Belastung der Kolben durch steigende Zünddrücke Risse im Schaft und im Bereich des Muldenrandes sowie des Muldenbodens nach wenigen hundert Betriebsstunden entstehen können, deren Ursache im zu großen Spiel zwischen Kolbenbolzen und Nabenbohrung im Zenit und Nadir der Bohrung liegen kann. Um ein möglichst geringes Spiel zu erreichen, wird in der DE 16 50 206 A1 eine ovale Nabenbohrung vorgeschlagen, bei der die große Achse des Ovals quer zur Längsachse des Kolbens zu liegen kommt. Damit soll gleichzeitig die Fresssicherheit und Geräuscharmheit zwischen Kolbenbolzen und Nabenbohrung erhöht werden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Nabenbohrungsform für ein Kolbenbolzenlager anzugeben, die eine deutliche Reduzierung mechanischer Spannungen im Kolben und damit auch eine Verlängerung der Kolbenlebensdauer zulässt. Außerdem soll durch die Formgebung eine Geräuschbildung im Kolbenbolzenlager vermieden werden.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Durch die einseitig, nur im Äquator-Zenit-Äquator-Nabenbereich ausgeführte Hochovalität, bei der die im Zenit der Nabenbohrung liegende Mantellinie des Ovals parallel zur Nabenbohrungsachse verläuft, wird einerseits vorteilhaft erreicht, dass bei der erfindungsgemäßen Ausführung der hochovalen Bohrung die radial in der Nabenbohrung weiter außen liegenden Bereiche, also seitlichen Bereiche der Nabenbohrung, höher belastet werden. Damit ergibt sich – aufgrund des vergrößerten Hebelarmes bezogen auf die Bolzenachse – ein größeres Moment, das die Biegung des Kolbens um die Bolzenachse reduziert. Daraus resultieren gegenüber dem Stand der Technik geringere Tan-

gentialspannungen am Muldenrand und Muldenboden der Verbrennungsmulde.

[0008] Andererseits wird durch die einseitig, nur im Äquator-Nadir-Äquator-Nabenbereich ausgeführte kreiszylindrische Form, bei dem die im Nadir der Nabenbohrung liegenden Mantellinie des Zylinders parallel zur Nabenbohrungsachse verläuft, vorteilhaft erreicht, dass das Spiel zwischen Kolbenbolzen und Nabe bei dem Anlagewechsel des Kolbenbolzens von der Nabenoberseite auf die Nabenunterseite minimiert ist.

[0009] Insgesamt wird durch die erfindungsgemäße Formgebung der Nabenbohrung eine gegenüber dem bekannten Stand der Technik deutliche Erhöhung der Lebensdauer des Kolbens erreicht.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0012] Es zeigt:

[0013] Fig. 1 einen Teillängsschnitt durch einen Kolben;

[0014] Fig. 2 einen Querschnitt der Nabenbohrung, geschnitten entlang der Linie yy;

[0015] Fig. 3 einen Kolben in perspektivischer Ansicht mit Darstellung verschiedener hochbelasteter Stellen A–E;

[0016] Fig. 4 eine grafische Darstellung des Einflusses verschiedener Nabenbohrungsausführungen auf die Lebensdauer gemäß der Stellen nach Fig. 3;

[0017] Fig. 5.1 eine Darstellung der Radialspannungen in der Nabenbohrung als Abwicklung einer zylindrischen Nabenform zwischen Äquator-Zenit-Äquator mit kreiszylindrischer Nabenform zwischen Äquator-Nadir-Äquator;

[0018] Fig. 5.2 eine Darstellung der Radialspannungen in der Nabenbohrung als Abwicklung einer hochovalen Nabenform zwischen Äquator-Zenit-Äquator mit kreiszylindrischer Nabenform zwischen Äquator-Nadir-Äquator;

[0019] Fig. 5.3 eine Darstellung der Unterschiede in den Spannungen bei hochovaler und zylindrischer Nabenbohrung;

[0020] Fig. 6 Darstellung der Änderung der Lebensdauer.

[0021] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, weist ein Kolben 1 für einen Verbrennungsmotor eine Nabenbohrung 2 mit einem oberen Nabenbereich 2.1 und unteren Nabenbereich 2.2 auf, in der ein kreiszylindrischer Kolbenbolzen (nicht dargestellt) gelagert ist. Gemäß der Fig. 1 und 2 ist der obere Nabenbereich auf der Gaskraftseite angeordnet, bei der die mit 5 bezeichnete Mantelfläche der Nabenbohrung 2 umfangsseitig entlang der gesamten Nabenlängsachse X im Bereich Nabenäquator-Nabenzenit-Nabenäquator hochoval geformt ist und der Parameterdarstellung des Ovals

$$x = b/2 \times \cos \alpha$$

$$y = a/2 \times \sin \alpha \text{ für } 0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ \text{ folgt.}$$

[0022] Im unteren Bereich 2.2 der Nabenbohrung 2 ist die Mantelfläche 5 entlang der gesamten Nabenlängsachse X zwischen dem Nabenäquator-Nabennadir-Nabenäquator kreiszylinderförmig ausgebildet, wobei für beide Nabenbereiche gilt:

a: großer Ovaldurchmesser

b = D: kleiner Ovaldurchmesser;

D: Durchmesser des zylindrischen Nabenteils;

$\alpha$ : Winkel, den ein beliebiger Strahl gegen die z-Achse bildet.

[0023] Für die gesamte Nabenbohrung gilt, dass die im Zenit und Nadir liegenden Mantellinien 3 und 4 parallel zur Nabenlängsachse, die senkrecht zur Kolbenlängsachse steht, verlaufen. Zweckmäßigerweise beträgt die Ovalität 0,05 bis 0,2% des Nabenbohrungsdurchmessers D.

[0024] Wie aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich, ist durch die erfindungsgemäße Nabengestaltung eine drastische Lebens-

dauererhöhung feststellbar, die aus einem 1000 h-Kolbenstresstest für einen Leichtmetall-Dieselskolben mit 190 bar Zünddruck resultiert. In Fig. 3 ist expliziert der Kolben mit Schaft 6, Pleuel 7 und Kolbenbolzen 8 sowie die Messpunkte A–E dargestellt.

[0025] Die Fig. 5.1 und 5.2 zeigen in Abwicklungen des oberen Nabenbereiches 2.1 die Flächenpressungsverteilungen in zylindrischer und hochovaler Ausführung sowie nach Fig. 5.3 die Differenz der Flächenpressungsverteilung aus Fig. 5.1 und 5.2 unter Verwendung eines Leichtmetall-Dieselskolbens bei einem Zünddruck von 175 bar. Wie ersichtlich, sind die Radialspannungen in den äußeren Bereichen der Nabenbohrung höher, so dass sich – aufgrund des vergrößerten Hebelarmes bezogen auf die Bolzenachse – ein größeres Moment ergibt, das die Biegung des Kolbens um die Bolzenachse reduziert. Daraus resultieren z. B. am Muldenrand geringere Tangentialspannungen, aber auch andere Bereiche in der Verbrennungsmulde werden weniger belastet.

[0026] Aus Fig. 6 ist die Änderung der Lebensdauer, ausgehend von einer zylindrischen Nabenbohrung, die dem Wert 100% entspricht, angegeben. Damit tragen die vorgenannten Spannungsreduzierungen, insbesondere am Muldengrund, Muldenrand in Bolzenrichtung (MuRaBoRi) und Kühlkanal-Mulde (KüKa) zu einer starken Lebensdauererhöhung der Kolben bei.

bohrung (2) parallel zur Nabenbohrungsachse verlaufen.

3. Kolben (1) für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenbolzen (8) zylindrisch geformt ist.

4. Kolben (1) für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenbolzen (3) Formeinstiche aufweist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Bezugszeichen

1 Kolben	30
2 Nabenbohrung	
2.1 oberer Nabenbereich (hochoval)	
2.2 unterer Nabenbereich (kreiszyindrisch)	
3 Zenit, Mantellinie im Zenit	
4 Nadir, Mantellinie im Nadir	35
5 Mantelfläche der gesamten Nabenbohrung	
6 Kolbenschaft	
7 Pleuel	
8 Kolbenbolzen	
X Nabenlängsachse, Äquator	40
Y Kolbenlängsachse	
Z Nabenquerachse	
Y' Differenz zwischen großer Halbachse des Ovals und Kreisdurchmesser des unteren Nabenbereiches	
GDS Gegendruckseite des Kolbens	45
DS Druckseite des Kolbens	

#### Patentansprüche

1. Kolbenbolzenlager für einen Verbrennungsmotor mit Nabenbohrungen, in denen ein Kolbenbolzen gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mantelfläche (5) der Nabenbohrung (2) entlang ihrer gesamten tragenden Bolzenlänge im Bereich Nabenäquator-Nabenzenit-Nabenäquator hochoval geformt ist und der Parameterdarstellung des Ovals  $x = b/2 \times \cos\alpha$   $y = a/2 \times \sin\alpha$  für  $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$  folgt, und im Bereich Nabenäquator-Nabennadir-Nabenäquator kreiszyylinderförmig ausgebildet ist, mit  
a: großer Ovaldurchmesser;  
b = D: kleiner Ovaldurchmesser;  
D: Durchmesser des zylindrischen Nabenteils;  
 $\alpha$ : Winkel, den ein beliebiger Strahl gegen die x-Achse bildet.
2. Kolben (1) für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die im Zenit (3) und Nadir (4) liegenden Mantellinien der Naben-

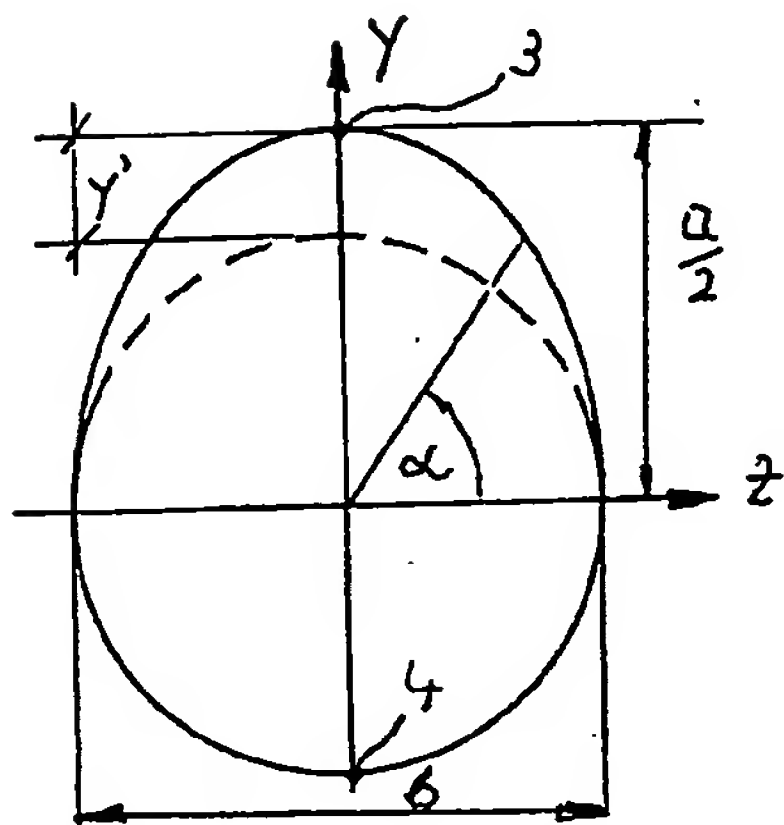
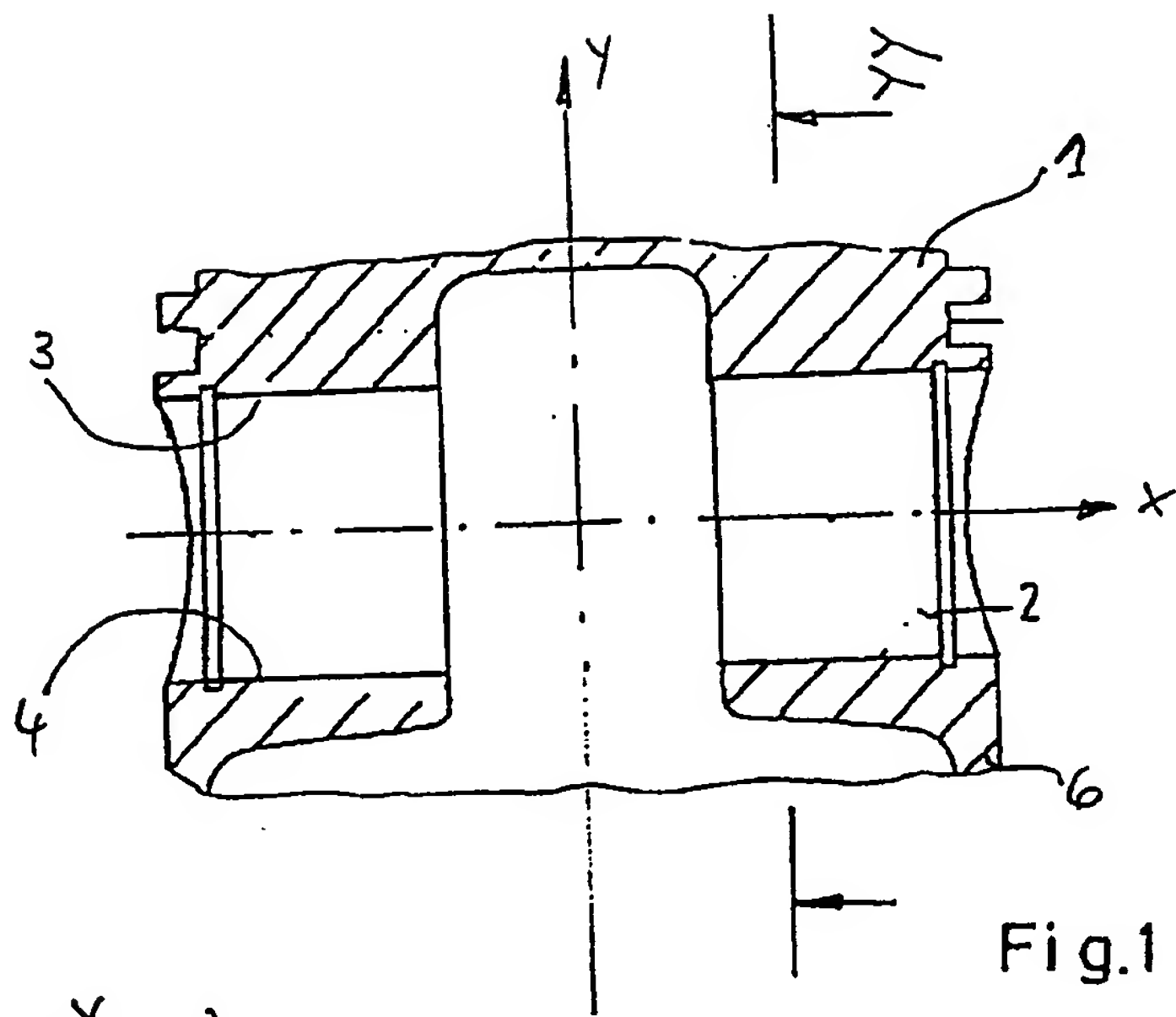


Fig.2

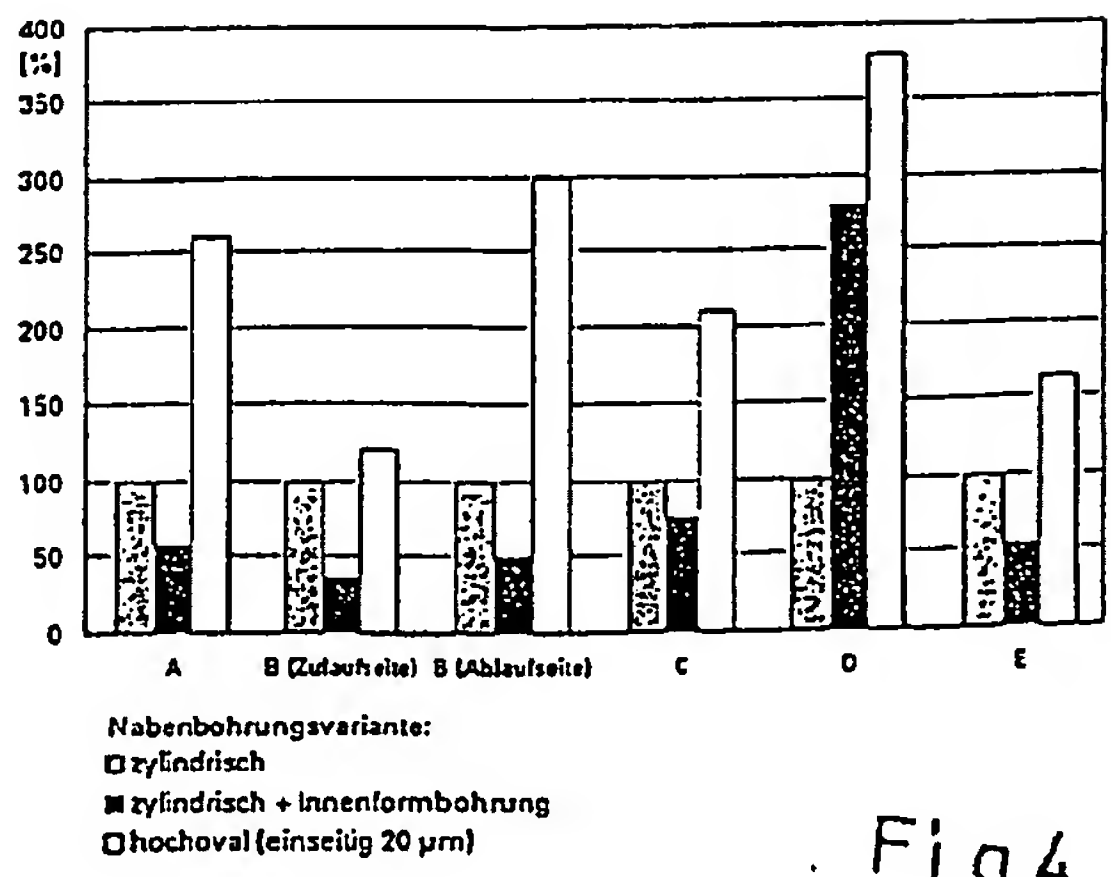
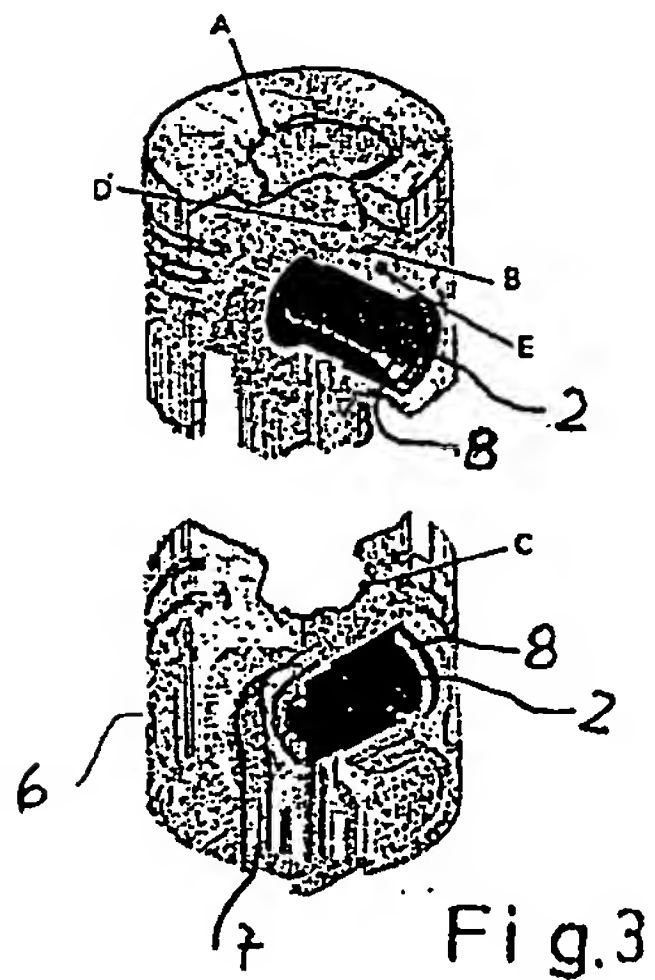


Fig.4



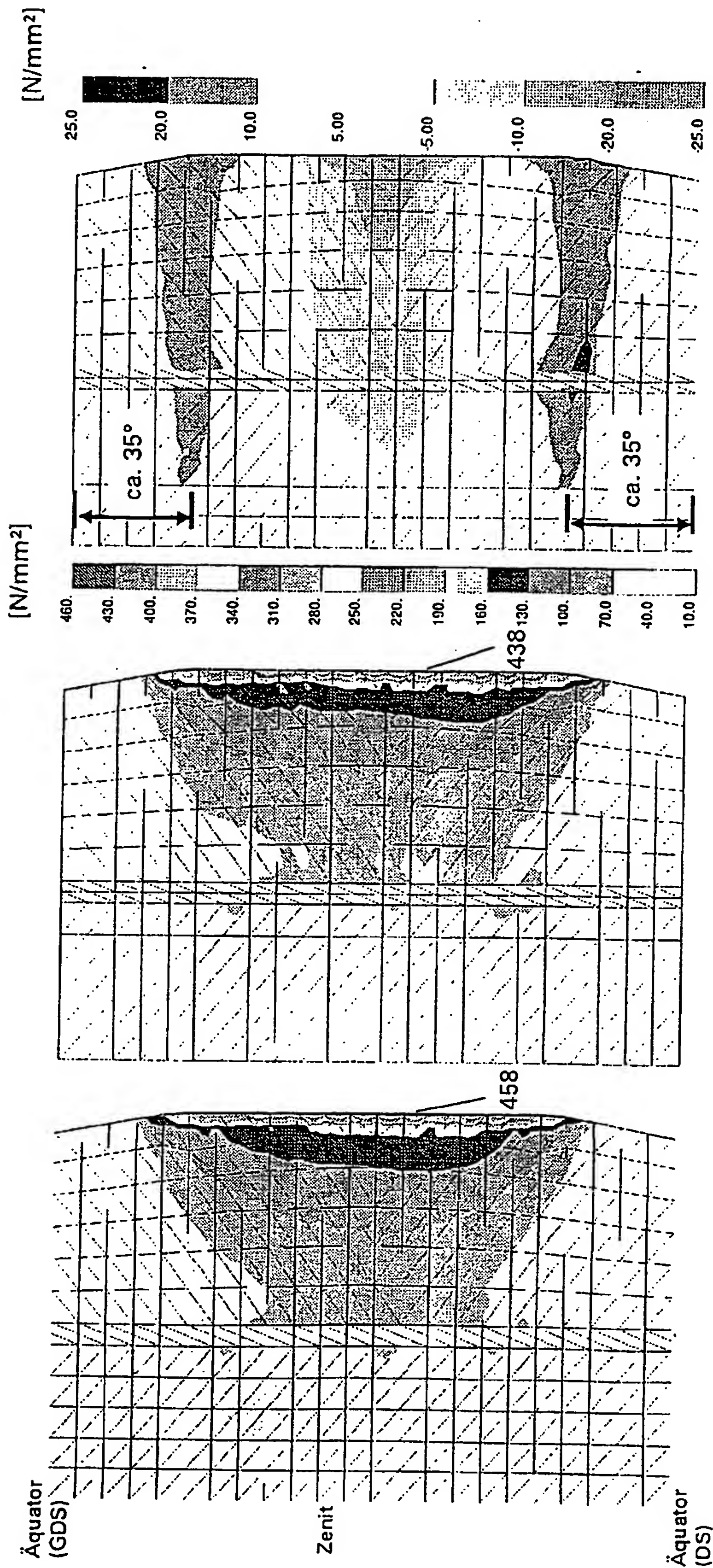


FIG. 5.3

FIG. 5.2

FIG. 5.1

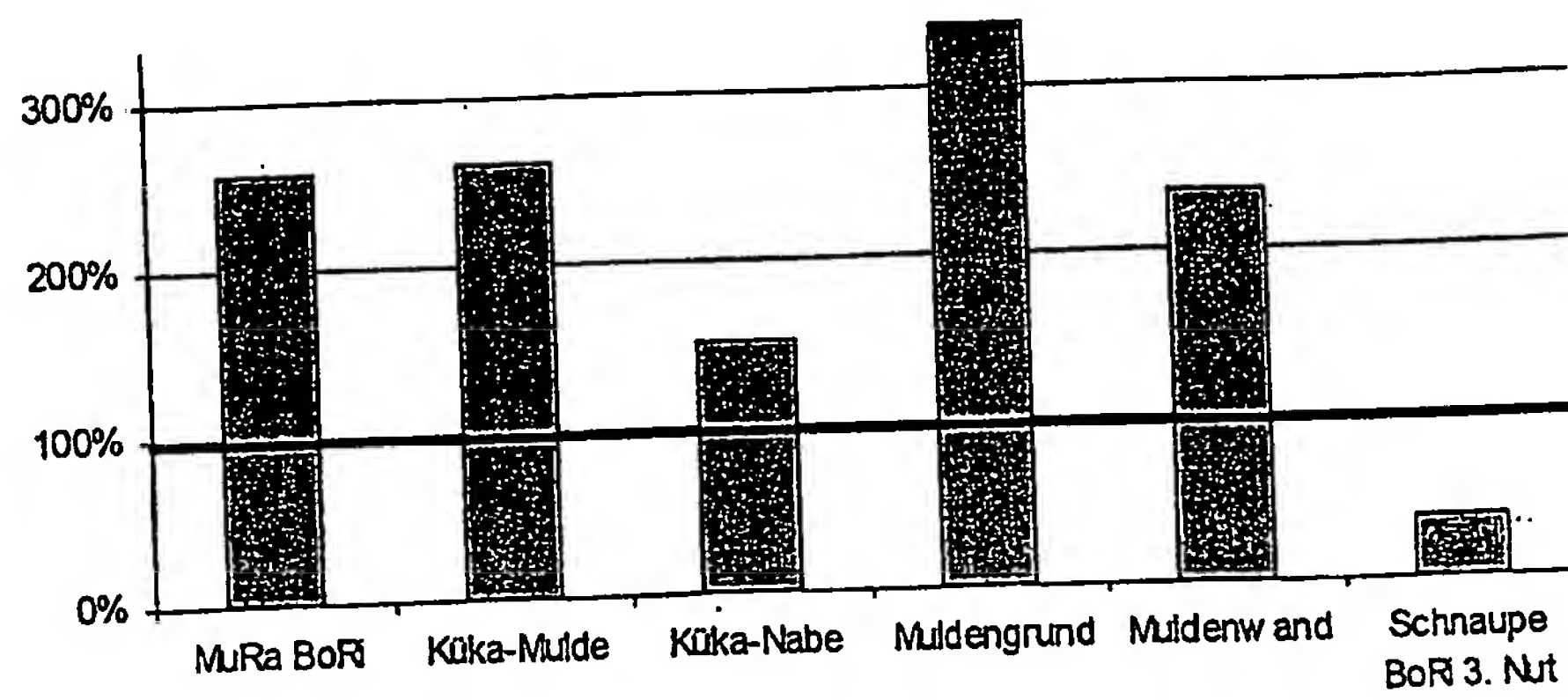


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**